

В будущем солнечные коллекторы будут являться неотъемлемой частью современных энергоэффективных зданий [3]. Необходимо дальнейшее изучение особенностей применения данных установок в совокупности с другими энергосберегающими установками для достижения наибольшей экономии энергетических ресурсов.

#### Список использованных источников

1. Даффи Д., Бекман У. Основы солнечной теплоэнергетики / пер. с англ.: учебно-справочное руководство / Д. Даффи, У. Бекман. Долгопрудный : Издательский Дом «Интеллект», 2013. 888 с.
2. Обозов А. Д., Ботпаев Р. М. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие для вузов / А. Д. Обозов, Р. М. Ботпаев. Бишкек : КГТУ, 2010. 218 с.
3. Гибилиско С. Альтернативная энергетика без тайн / Стэн Гибилиско; [пер. с англ. А. В. Соловьева]. М. : Эксмо, 2010. 368 с.

УДК 621.9

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ СЛОЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРАКТАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ**

### **THE USE OF FRACTAL GEOMETRY TO DETERMINE THE HYDRAULIC RESISTANCE OF THE LAYER OF MUNICIPAL SOLID WASTE**

Семенов А. С., Долинин Д. А.

Ивановский государственный энергетический университет, г. Иваново,  
tevp@tvp.ispu.ru

Semenov A. S., Dolinin D. A.

Ivanovo State Power Engineering University, Ivanovo

**Аннотация:** В работе изложено исследование гидравлического сопротивления слоя твердых бытовых отходов. В качестве модели слоя ТБО для исследования тепловых и гидродинамических процессов использовалась фрактальная структура – губка Менгера. Выполнено сравнение экспериментальной и расчетной зависимости перепада давлений от скорости фильтрации воздуха.

**Abstract:** The paper describes a study of the hydraulic resistance of the layer of municipal solid waste. Fractal structure – Menger sponge was used as a model for the

study of thermal and hydrodynamic processes in solid waste layer. Comparison of experimental and calculated according to pressure drops from the air filtration rate.

**Ключевые слова:** твердые бытовые отходы; фрактал; геометрическая модель; губка Менгера; сушка; математическая модель.

**Key words:** municipal solid waste; fractal; geometrical model; Menger sponge; drying; mathematical model.

Жизнедеятельность человека связана с появлением большого количества различных отходов. В последние десятилетия произошел резкий рост потребления, что привело к значительному увеличению объемов образования твердых бытовых отходов. Положение с ТБО усугубляется их неуклонным ростом, и, в подавляющем большинстве, они традиционно вывозятся на свалки и полигоны.

ТБО представляют собой гетерогенную смесь сложного морфологического состава, включающую в себя: пищевые и растительные отходы, макулатуросодержащие и текстильные компоненты, пластмассы, кожу, резину, дерево, черные и цветные металлы, стекломассой, камни, кости [1].

Содержание в ТБО до 60–70 % органической (горючей) фракции создают предпосылки по переработке их энергоэффективными термическими методами. Термическая переработка ТБО осуществляется чаще всего в печах шахтного типа в режиме плотного фильтрующего слоя. Для оценки функционирования таких установок необходим детальный анализ процессов фильтрации слоя, гидравлических сопротивлений и т. п.

Предлагается на базе современных пакетов прикладных программ использовать фрактальный подход [2], который позволяет унифицировать внутреннюю геометрию слоя ТБО. В основу 3-D модели положена фрактальная структура – губка Менгера (рис. 1).



Рис. 1. Геометрическая модель слоя ТБО

Для определения коэффициента гидравлического сопротивления слоя ТБО в процессе его сушки было проведено экспериментальное исследование на лабораторном стенде ЭЛБ-С-1 (рис. 2).



Рис. 2. Экспериментальная установка

Измерение перепадов давления производилось при определенной высоте слоя и порозности твердых бытовых отходов в зависимости от скорости воздуха. Результат представлен в табл. 1 на примере одного из опытов.

Таблица 1

Результаты эксперимента

Н, м	0,16								
Порозность	0,588								
m, кг	0,944								
Δр, Па	44	48	88	96	104	108	112	124	128
V, м/с	1,8	2	2,3	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3

При моделировании реальный слой ТБО заменяется фрактальной геометрией, описанной выше.

Исследование модели проходит в программном комплексе ANSYS. Для сокращения времени расчетов использовалась геометрия, представляющая собой ¼ полной 3D модели.

В результате вычислительных экспериментов были получены перепады давления при различных скоростях истечения воздуха. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты расчетов									
Н, м	0,16								
Порозность	0,61								
V, м/с	1,8	2	2,3	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3
$\Delta p$ , Па	77,7	96,2	122,9	148,7	155,2	166,6	188,3	201,2	212,9

Полученные расчетные и экспериментальные данные представлены на графиках (рис. 3). Сравнивая экспериментальную и расчетную зависимость, очевидно, что графики имеют похожую тенденцию роста.

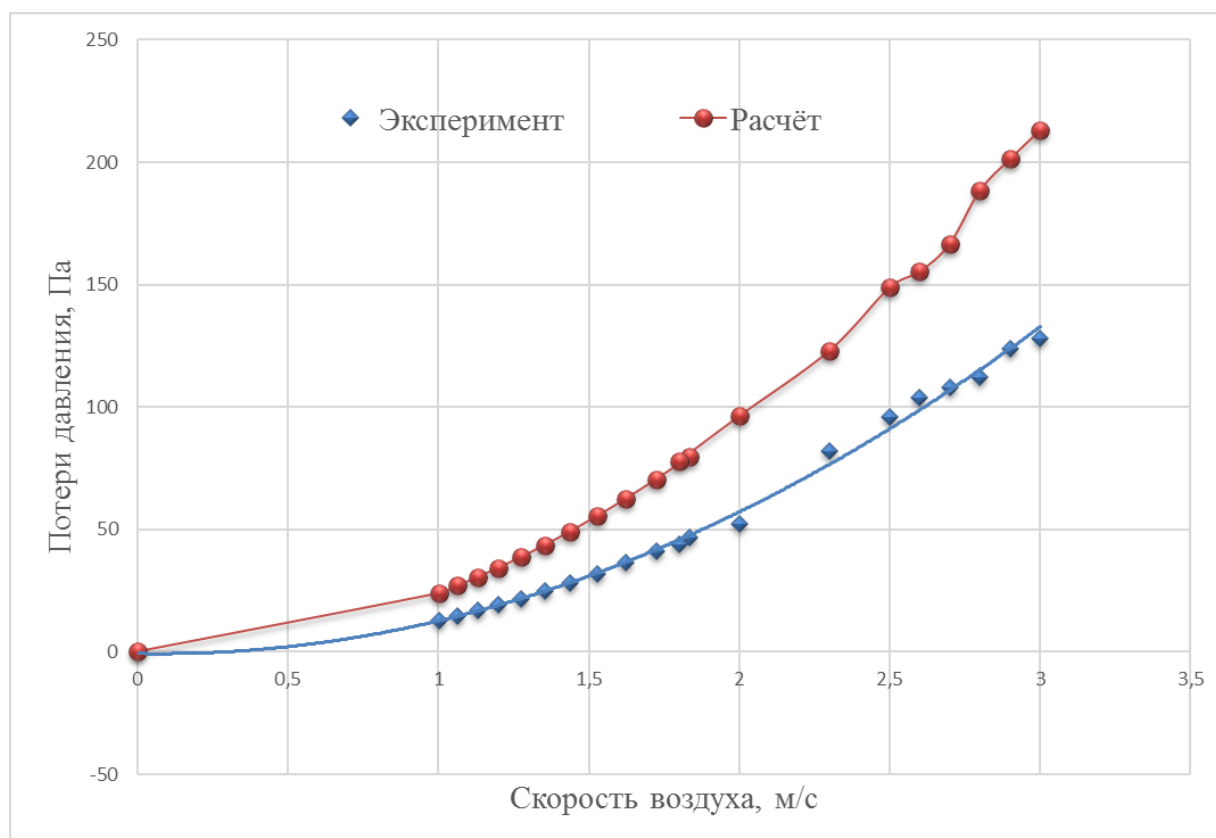


Рис. 3. Сравнение экспериментальной и расчетной зависимости перепада давления от скорости воздуха, проходящего через слой ТБО

Сравнение экспериментальной и расчетной зависимости перепада давлений от скорости фильтрации воздуха дало отклонение не более 7 % при скорости воздуха до 1,5 м/с и около 20 % при скоростях от 1,5 до 3 м/с.

#### Список использованных источников

1. Термическая утилизация твердых бытовых отходов: Концепция НИИСтромкомпозит. Красноярск: 2006. 15 с.
2. Смирнов Б. М. Физика фрактальных кластеров. М.: Наука, 1991. 136 с.

УДК 624.9

### ПРИМЕНЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ БЕЗ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

### APPLICATION OF ALTERNATIVE ENERGY IN HUMAN SETTLEMENTS TRANS-BAIKAL TERRITORY WITHOUT CENTRALIZED POWER

Скрипченко Л. А., Баранова У. И.

Забайкальский государственный университет, г. Чита, 89242792892@mail.ru

Skripchenko L. A., Baranova U. I.

Trans-Baikal State University, Chita

**Аннотация:** В работе рассмотрен вопрос обеспечения электроэнергией сел, удаленных от линии электропередачи, где основными источниками электроэнергии являются изношенные и устаревшие дизель-генераторы. Проведен расчет установки автономной гибридной электростанции (АГЭУ) мощностью 100 кВт в сельском поселении Тунгокочен Забайкальского края. Подобраны наиболее эффективные составляющие части фотоэлектрической системы. Показана экономическая выгода использования данного проекта.

**Abstract:** The paper considers the issue of providing electricity to villages, remote from the power line, where the main sources of electricity are worn and outdated diesel generators. The calculation of the installation of autonomous hybrid power (ASEU) 100 kW in rural settlement Tungokochen Trans-Baikal Territory. To choose the most effective components of a photovoltaic system. It is shown that the economic benefit of using this project.

**Ключевые слова:** гибридная электростанция; расход топлива; фотоэлектрическая система; дизельные генераторы; суточный энергобаланс.

**Key words:** hybrid power; fuel consumption; photovoltaic system; diesel generators; the daily energy balance.

В настоящее время в селе Тунгокочен Забайкальского края проживает 967 человек. Тариф за 1 кВт·ч составляет 28 руб. [1]. Подача электроэнергии